





DG Edukacja i Kultura

Program „Uczenie się przez całe życie”

Leonardo da Vinci

*Odnawialne źródła energii - wymiana doświadczeń nauczycieli szkół rolniczych.*



## SPIS TREŚCI

<b>Wstęp</b>	<b>3</b>
<b>I. Wprowadzenie</b>	<b>5</b>
<b>II. Działalność organizacji przyjmującej - Deula w Nienburgu - ze szczególnym uwzględnieniem tematyki bioenergii.</b>	<b>9</b>
<b>III. Problematyka bioenergii i jej rozwój w Polsce i Niemczech.</b>	<b>12</b>
1. <i>Energia odnawialna i perspektywy jej rozwoju w Polsce.</i>	
2. <i>Energia odnawialna i perspektywy jej rozwoju w Niemczech.</i>	
<b>IV. Odnawialne źródła energii, a kształcenie ustawiczne.</b>	<b>17</b>
<b>V. Budowa i działanie nowoczesnej wytwórni biogazu.</b>	<b>19</b>
<b>I.1. Czym jest biogaz?</b>	
1. <i>Jak zbudowana jest biogazownia rolnicza?</i>	
2. <i>W jakich warunkach powstaje biogaz?</i>	
3. <i>Co przemawia za wytwarzaniem energii odnawialnej w biogazowni rolniczej?</i>	
<b>I.2. Produkcja biogazu z kiszonki kukurydzy</b>	
<b>I.3. Produkcja biogazu z odpadów</b>	
1. <i>Powstawanie biogazu na składowiskach</i>	
2. <i>Oddziaływanie biogazu na środowisko.</i>	
<b>VI. Alternatywne systemy ogrzewania.</b>	<b>29</b>
- <i>ogrzewanie geotermalne</i>	
- <i>kotłownie opalane zbożem</i>	
- <i>kotłownie opalane zrębkami drewna i prasowanymi trocinami</i>	
- <i>kotłownie opalane słomą.</i>	
<b>VII. Wiatrowa wytwórnia energii elektrycznej.</b>	<b>33</b>
<b>VIII. Słoneczna wytwórnia energii elektrycznej.</b>	<b>35</b>
<b>IX. Produkcja biopaliw na bazie oleju rzepakowego i alkoholu.</b>	<b>39</b>

## **WSTĘP**

Towarzystwo Umiejętności Rolniczych w Poznaniu zrealizowało – we współpracy z Niemieckim Ośrodkiem Szkoleniowym dla Techniki Rolniczej DEULA w Nienburgu – program wymiany doświadczeń pod nazwą „**Energia ze źródeł odnawialnych - wymiana doświadczeń nauczycieli szkół rolniczych**” - nr projektu PL/08/LLP-LdV/VETPRO/140173. Został on sfinansowany w ramach Programu Leonardo da Vinci ze środków Unii Europejskiej.

Realizacja projektu miała miejsce w okresie od dnia 23 listopada do dnia 5 grudnia 2009 roku. Wyjazd grupy uczestników nastąpił dnia 22 listopada 2009 roku, a powrót po zrealizowaniu projektu w dniu 6 grudnia 2009 roku.

W projekcie wymiany doświadczeń ze strony polskiej uczestniczyła grupa 30-tu nauczycieli szkół rolniczych. Są to osoby z wyższym wykształceniem rolniczym lub pedagogicznym, które w swej pracy zawodowej zajmują się problematyką energii ze źródeł odnawialnych oraz problematyka ochrony środowiska. Natomiast ze strony niemieckiej byli to pracownicy Szkoły DEULA, pracownicy Dolnosaksońskiej Izby Rolniczej, właściciele oraz pracownicy różnych wytwórni energii ze źródeł odnawialnych.

Podczas udziału w projekcie uczestnicy:

- zapoznali się ze strukturą, zasadami działania oraz obiektami szkoleniowymi organizacji przyjmującej - Szkoły Deula w Nienburgu;
- zwiedzili Centrum Kompetencyjne dla odnawialnych źródeł energii znajdujące się wśród obiektów organizacji przyjmującej;
- zapoznali się i różnymi technologiami pozyskiwania energii cieplnej dla celów grzewczych (zrębki drewna, słoma, energia geotermalna i pompy ciepła, energia cieplna wytwarzana w trakcie produkcji energii elektrycznej);
- zwiedzili obiekt i poznali zasady działania wiatrowej wytwórni energii elektrycznej;
- zwiedzili wytwórnię oleju rzepakowego dla produkcji biopaliw i poznali zasady jej funkcjonowania;
- odbyli wyjazdy studyjny do Dolnosaksońskiej Izby Rolniczej w Hanowerze i poznali zasady jej funkcjonowania.
- odbyli całodzienny wyjazd do wsi z bioenergią w Jühnde. Miejscowość, która wytwarza sama energię, korzysta z niej na własny użytek i jest niezależna pod tym względem.
- zwiedzili wytwórnię biogazu działającą na bazie odpadów;
- zwiedzili wytwórnię biogazu działającą na bazie kiszonki z kukurydzy;

- zwiedzili wytwórnię biogazu działającą na bazie suchej fermentacji;

Podczas wizyt studyjnych oraz wykładów uczestnicy wymiany mieli możliwość zadawania pytań, a na zakończenie każdego ze spotkań mogli wymienić doświadczenia z pracownikami instytucji, które odwiedzali.

Ze strony Towarzystwa Umiejętności Rolniczych projekt przygotowały i prowadziły osoby, które mają duże doświadczenie w tym zakresie, a poza tym od wielu lat zajmują się organizacją staży zawodowych w Niemczech, z których korzystają uczniowie szkół rolniczych.

Uczestnicy wymiany doświadczeń postanowili, że wnioski wynikające z programu wymiany doświadczeń przedstawia instytucjom odpowiedzialnym w Polsce za rozwój system kształcenia zawodowego i doksztalcania w zakresie odnawialnych źródeł energii. Dotyczy to szczególnie samorządów powiatowych odpowiedzialnych za szkoły rolnicze na swoim terenie, dyrekcji szkół rolniczych oraz samorządu rolniczego.

## **I. Wprowadzenie**

Opublikowany w Brukseli i Amsterdamie wspólny raport Greenpeace i Europejskiej Rady Energii Odnawialnej (EREC) przedstawia koszty możliwych scenariuszy energetycznych dla świata. Dokument nosi tytuł „Inwestycja w przyszłość – plan zrównoważonego inwestowania w produkcję energii elektrycznej, czyli jak ocalić klimat”.

Raport dowodzi, że zainwestowanie w odnawialne źródła energii będzie 10 razy tańsze niż dalsza produkcja energii w oparciu o paliwa kopalne. Ten pierwszy scenariusz pozwoliłby zaoszczędzić w skali świata 180 miliardów dolarów rocznie i zredukować emisję CO<sub>2</sub> powstającą przy produkcji energii elektrycznej o 50 % do 2030 roku przy utrzymaniu wzrostu gospodarczego. Tym samym Greenpeace i EREC przedstawiają potężny argument ekonomiczny na rzecz przekierowania gospodarki światowej na odnawialne źródła energii (energię słoneczną, wiatrową, wodną, geotermalną i biomasy). Pokazują też, że realizacja przygotowanego przez Greenpeace scenariusza tzw. Rewolucja Energetyczna jest ekonomicznie możliwa.

Teske, ekspert d.s. Energii w Greenpeace International, dodaje: *‘Strategia typu ‘business as usual’ czyli korzystanie głównie z konwencjonalnych źródeł energii oznacza dla nas wszystkich czarną przyszłość. Przewiduje powstanie około 10 tysięcy nowych elektrowni na paliwa kopalne, a to oznacza zwiększenie światowej emisji CO<sub>2</sub> o ponad 50% i ponad dwukrotny wzrost kosztów paliwa. Katastrofalnych skutków dla środowiska i ludzkości nie da się nawet przeliczyć na pieniądze’.*

Realizacja proponowanej przez Greenpeace Rewolucji Energetycznej wymaga dodatkowych inwestycji, jednak badania wskazują, iż inwestycja w odnawialne źródła zwróci się 10-cio krotnie. Według EREC w 2006 roku światowy rynek turbin wiatrowych wart był około 18 miliardów euro, a całkowity rynek energii odnawialnej - 50 miliardów dolarów. Realizacja [R]ewolucji Energetycznej zwiększyłaby wartość rynku energii odnawialnej do 288 miliardów dolarów do 2030 roku.

*“Przemysł energii odnawialnej jest w stanie zapewnić dość elektrowni, by pokryć światowe zapotrzebowanie na prąd, potrzebna tylko jest odpowiednia polityka energetyczna i klimatyczna. Decyzje, które zostaną podjęte w najbliższych latach, zdecydują o stanie środowiska w roku*

2050. Tylko poprzez zwiększone wykorzystanie energii odnawialnej możemy uniknąć tragicznych w skutkach zmian klimatu”- mówi Oliver Schäfer, dyrektor do spraw strategii w EREC.

Odnawialne źródła energii stanowią gwarancje ochrony klimatu przed szkodliwymi zmianami i stałość podaży energii. W jaki sposób można osiągnąć cel w postaci inteligentnych dostaw energii, i zapewnić jej oszczędne zużycie – ten problem znajduje się w centrum naszej uwagi w 21 stuleciu, niezależnie od regionu świata, w którym żyjemy. Potrzeby energetyczne wszystkich krajów rosną, w miarę postępu industrializacji. W tym samym czasie kraje zindustrializowane stoją przed koniecznością dramatycznego obniżenia zapotrzebowania na energię elektryczną. Tylko wtedy będą w stanie naprawić najbardziej drastyczne konsekwencje zmian klimatycznych i staną się mniej zależne od importu ropy, gazu i uranu.

Niemieckie Ministerstwo Środowiska oprócz rozwijania strategii ekonomicznego zużycia energii i oszczędnego przetwarzania surowców energetycznych stara się promować używanie OZE (odnawialnych źródeł energii). W ostatnich latach energia odnawialna znacznie zyskała na znaczeniu, zwłaszcza na rynku handlu energią elektryczną, ale też w sektorze energetyki grzewczej i w transporcie. W roku 2007 OZE odpowiadały za 14,2% energii wytworzonej w Niemczech, stając się ważnym filarem przemysłu energetycznego. OZE mają znaczny wpływ na ciągłość dostaw energii z wielu powodów:

Stanowią one znaczny wkład w ochronę środowiska naturalnego i klimatu, ponieważ elektrownie oparte na źródłach odnawialnych nie spalają żadnych paliw kopalnych – w 2007 roku pomogły uniknąć emisji 115 milionów ton dwutlenku węgla. Bez OZE niemiecki próg emisji założony przez protokół z Kyoto byłby nadal odległym marzeniem. OZE pozwalają na zdwersyfikowanie źródeł energii, uniezależniając Niemcy od paliw kopalnych w coraz większym stopniu, co w rezultacie zapewnia bezpieczeństwo energetyczne i pozwala na uniknięcie konfliktów dotyczących surowców naturalnych. Pozwalają one również na zmniejszenie ilości szkodliwych gazów powstających w wyniku produkcji energii. Na dłuższą metę, OZE chronią przed zwiększonymi kosztami produkcji energii elektrycznej, jej importu, które nie będą możliwe do uniknięcia w przypadku paliw kopalnych i atomowych, a w przypadku ropy były szczególnie widoczne w ostatnich latach. W momencie zakończenia ich funkcjonowania, elektrownie oparte na OZE są łatwe do zdemontowania i ponownego przetworzenia. Nie powodują ani szczytkowego promieniowania,

tak, jak elektrownie atomowe, nie zostawiają również śladów w postaci opuszczonych kopalni. OZE wspomagają głównie gospodarstwa domowe, co podnosi wartość regionów, w których występują, i pozwala na zwiększenie zatrudnienia. W 2007 roku przemysł związany z OZE przyniósł 25 miliardów Euro przychodu, w tym sektorze znalazło zatrudnienie 249 tysięcy osób. W krajach rozwijających się, OZE mogą zapewnić sposób na wyjście z biedy, w wielu przypadkach mogą pomóc większym obszarom poprzez np. elektryfikację terenów wiejskich.

Rozwój OZE w Niemczech był sukcesem bez precedensu w nowoczesnej historii Europy. Od początku nowego milenium ilość energii dla użytkownika końcowego pochodzącej ze źródeł odnawialnych zwiększyła się ponad dwukrotnie, osiągając poziom 8,6%. Rząd Niemiec ustalił sobie poprzednio cel 12,5% całej energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych do roku 2010. Do roku 2007 ten cel został już dawno osiągnięty, z wynikiem 14,2%. 6 czerwca 2008 niemiecki sejm ogłosił nowe rozporządzenie w sprawie OZE: Ustawę o Odnawialnych Źródłach Energii i Ustawę o Odnawialnych Źródłach Ciepła., definiując kolejne cele: otóż do 2020 roku całkowity udział odnawialnych źródeł energii w produkcji energii elektrycznej ma wynosić co najmniej 30 %, a udział odnawialnych źródeł ciepła co najmniej 14%. Wraz z rozwojem strategii dotyczącej biopaliw niemieckie Ministerstwo Środowiska, chce ponownie rozważyć założone cele odnośnie biopaliw. Potencjalna obniżka produkcji związana z biopaliwami zostanie skompensowana za pomocą zwiększenia udziału w produkcji energii elektrycznej farm wiatrowych umieszczonych na lądzie. Rozporządzenia Komisji Europejskiej z wiosny 2007 roku ustaliły jasno, iż podobne cele powinny dotyczyć wszystkich członków Unii. Do roku 2020, 20% całej energii produkowanej w Unii Europejskiej ma być pokrywana z OZE. W przypadku Niemiec będzie to około 18%, co oznacza podwojenie poziomów z 2007 roku.

Niemcy pozostawali światowym liderem w dziedzinie energetyki wiatrowej z 22,247 MW (megawatami) wyprodukowanej energii. W tym samym roku jednak zainstalowano jedynie 1667 MW nowych urządzeń, czyli o 34% mniej niż w roku poprzednim. Niemcy znajdowali się na 5-tym miejscu na świecie pod względem zainstalowanych nowych generatorów wiatrowych, za USA, Hiszpanią, Chinami i Indiami. Niemieckie generatory wiatrowe wyprodukowały o jedną trzecią więcej energii niż w roku poprzednim, ze względu na wyższe od przeciętnych ilości wiatru w 2007 roku w porównaniu z gorszymi warunkami w 2006. energia wiatrowa ustaliła swoją dominującą pozycję na niemieckim rynku OZE, odpowiadając za 6,4 % całkowitego rocznego zużycia energii w tym kraju. W przyszłości wkład energetyki wiatrowej na rynku



energetycznym będzie stale rósł. Oprócz wzmacniania istniejących instalacji, pojawi się nacisk na tworzenie nowych, przybrzeżnych farm wiatrowych.

W przypadku biomasy pojawił się spory wzrost zainteresowania tym sprzyjającym klimatowi, regionalnym źródłem energii, w celu wytwarzania energii elektrycznej i ciepła, zwłaszcza w ramach stworzonych przez Ustawę o Odnawialnych Źródłach Energii z 2004 roku. W ostatnich latach alternatywne źródła ciepła takie jak kotły opalane granulatem drzewnym stały się bardziej popularne, ze względu na rosnące ceny energii. Biomasa ma przewagę nad wszystkimi źródłami odnawialnymi w postaci ciągłej dostępności, można jej używać w miarę potrzeb. Dzięki temu jest ona ważną częścią stałego dostępu do odnawialnej energii elektrycznej. W 2007 roku produkcja energii elektrycznej z biomasy stałej, płynnej i biogazu wzrosła o prawie jedną czwartą w stosunku do poprzedniego roku, z 13,5 TWh (terawatogodzin) do 17,4 TWh. Wraz z gazem pochodzącym z kompostowników, gazem ściekowym, i biogeniczną częścią odpadów, w 2007 roku po raz pierwszy wytworzono więcej energii z biomasy (23,8TWh), niż z elektrowni wodnych. Biomasa odpowiadała za 3,8% całego zużycia energii elektrycznej. W 2007 roku biomasa odpowiadała za dostarczenie około 84 TWh energii cieplnej, odpowiadając 93% całej energii odnawialnej w tym sektorze. Wkład biopaliw w tę dziedzinę zwiększył się o około 15% od poprzedniego roku, do 4,6 milionów ton, co pozwoliło na zaspokojenie około 7,6 % całkowitego zapotrzebowania na paliwo.

Jeśli chodzi o wytwarzanie energii elektrycznej ze Słońca, w 2007 roku nastąpił mocny wzrost ilości energii pozyskiwanej z tego źródła. W roku 2007 było to 3,5 TWh, około 60% więcej niż w roku 2006., co odpowiada około 0,6% całkowitego zapotrzebowania na energię elektryczną w Niemczech. Innowacje techniczne i powiększające się rynki pomagają energii słonecznej na obniżenie kosztów i zwiększenie atrakcyjności. Koszt energii elektrycznej pochodzącej z paneli słonecznych spadł około 5 - 6,5 % dzięki Ustawie o OZE, a po 2009 roku planowany jest dalszy spadek o około 8 -10 %. Instalacja nowych kolektorów słonecznych (słonecznych elektrowni ciepłych) służących do podgrzewania wody i ogrzewania pomieszczeń wykazały tendencję spadkową w 2007 roku, ale pozostały na wysokim poziomie około 1 miliona metrów kwadratowych nowo powstających instalacji.. Pod koniec tego roku w całych Niemczech zainstalowane było 9,6 milionów metrów kwadratowych kolektorów słonecznych, co jest równoważnością 1,345 boisk piłkarskich. Wysokie ceny ropy i gazu, a także

dalsze usprawnienie koncesjonowania wytwarzania energii dostępne w Federalnym Programie Inicjatyw Rynkowych zachęca do zakładania słonecznych instalacji ciepłowniczych.

## ***II. Działalność organizacji przyjmującej - Deula w Nienburgu - ze szczególnym uwzględnieniem tematyki bioenergii.***

### **1. Szkoła Deula jej zadania i zasady funkcjonowania.**

Deula – Nienburg, Niemiecki Ośrodek Kształceniowy dla Techniki Rolniczej jest spółka ZOO.

Udział w spółce posiadają :

- ✓ 60 % - Dolnosaksońska Izba Rolnicza
- ✓ 40 % - Powiat Nienburg

Udział w Radzie Nadzorczej jest tożsamy z udziałami w spółce.

W ośrodku Deula pracuje 50 osób, w tym:

- ✓ 32 osoby jako nauczyciele zawodu
- ✓ 18 osób w administracji i obsłudze

Ośrodek znajduje się na obszarze 6 ha. Bazę stanowią:

- ✓ 4 sale konferencyjne,
- ✓ 11 sal lekcyjnych,
- ✓ 29 ( 8700m<sup>2</sup>) sale ćwiczeniowe z wyposażeniem warsztatowym i parkiem maszyn,
- ✓ 1 hala do orki,
- ✓ 1 szklarnia.

Podstawowe zadanie ośrodka szkoleniowego Deula – Nienburg, to prowadzenie szkoleń w oparciu o dualny system kształcenia.

W ciągu roku, Deula realizuje 85 000 dni szkoleniowych, z czego:

- ✓ 48% - szkolenie w zakresie rolnictwa, ogrodnictwa
- ✓ 41 % - szkolenia w zakresie rzemiosła
- ✓ 11 % - szkoła nauki jazdy

### **2. Kształcenie w zakresie techniki rolniczej**

- rolno-techniczne kształcenie podstawowe
- ciągniki i maszyny rolnicze
- ochrona roślin, techniki nawożenia
- elektronika w gospodarce

- kursy spawaczy i kursy obsługi pił motorowych
- szkolenia klientów na zamówienie producentów
- seminaria w zakresie zarządzania

### **3. Optymalizacja w uprawie roli.**

### **4. Nawożenie bezpieczne dla środowiska.**

### **5. Optymalizacja dużych maszyn.**

### **6. Szkolenia dla firm.**

### **7. Ogrodnictwo i architektura krajobrazu.**

### **8. Doksztalcanie w rzemiośle – przekwalifikowanie:**

- mechanik przemysłowy
- monter centralnego ogrzewania i klimatyzacji
- instalator gazu i wody
- florystka
- stolarz
- kierowca zawodowy
- płytkarz

### **9. Nauka w zakresie różnych technik spawalniczych.**

### **10. Doksztalcanie jednostek specjalnych.**

### **11. Centrum Kompetencyjne dla odnawialnych źródeł energii**

- szkolenia w zakresie biogazu
- doradztwo w zakresie budowy wytwórni biogazu
- olej rzepakowy jako paliwo – szkolenia w tym zakresie

### **12. Szkolenia ekspertów z zakresu rolnictwa**

### **13. Programy dla praktykantów:**

- 3 miesiące
- 6 miesięcy
- 1 rok

### **Warunki, które powinien spełniać praktykant**

- podstawy języka niemieckiego !!!!!
- prawo jazdy na ciągnik

- student uczelni rolniczej / uczeń szkoły zawodowej
- gotowość do pracy i nauki

#### **Program dla praktykantów – 1 rok:**

- 1 raz w tygodniu szkoła zawodowa
- 4 tygodnie DEULA / hodowla zwierząt
- pozostały czas pracować / uczyć się / mieszkać w rolniczym gospodarstwie szkoleniowym
- egzamin końcowy
- kieszonkowe 200 € / miesięcznie
- urlop 24 dni

#### **Korzyści dla praktykantów:**

- nauka języka
- zawarcie nowych znajomości
- poznanie niemieckiej gospodarki rolnej
- rozwój osobisty
- znaczna poprawa możliwości zawodowych!!!!

#### **14. Udział w budowie ośrodków doświadczalnych, doradczych i szkoleniowych.**

- Tjumen (Rosja)
- Połtawa / Świerdłowsk (Ukraina)
- Igui (Brazylia)
- Rusocin / Trzcianka (Polska)
- Łotwa / Litwa / Estonia
- Afryka
- Indie i Sri Lanka w przygotowaniu.

### **III. Problematyka bioenergii i jej rozwój w Polsce i Niemczech.**

#### **1. Energia odnawialna i perspektywy jej rozwoju w Polsce**

Po przemianach w roku 1990 w Polsce można zaobserwować znaczny wzrost wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Rozwój energetyki odnawialnej następował bez wsparcia państwa, głównie dzięki oddolnym inicjatywą obywateli i drobnym inwestorów, wspomaganym przez nieliczne instytucje pozarządowe, a w późniejszym etapie także w wyniku pomocy samorządów. Przyczyn większego zainteresowania odnawialnymi źródłami energii można dopatrywać się również w wzroście cen paliw kopalnych. Wieloletnie dopłaty państwa do energii konwencjonalnej nie skłaniały do poszukiwania alternatywnych źródeł energii. Właściwego porównania kosztów energii z paliw kopalnych i ze źródeł odnawialnych będzie można dokonać dopiero w chwili gdy państwo przestanie subwencjonować wydobycie węgla kamiennego i inne tradycyjne surowce energetyczne.

W Polsce rozważa się zastosowanie następujących technologii odnawialnych źródeł energii:

- kotły na drewno,
- kotły na słomę,
- biogazownie rolnicze,
- biogazownie komunalne produkujące ciepło i energię elektryczną (surowiec w postaci osadu ściekowego),
- instalacje wykorzystania gazu wysypiskowego do produkcji energii elektrycznej lub współwytworzenia ciepła i elektryczności,
- kolektory słoneczne do podgrzewania wody użytkowej,
- kolektory słoneczne do podgrzewania powietrza,
- systemy fotowoltaiczne,
- elektrownie wiatrowe,
- małe elektrownie wodne,
- ciepłownie geotermalne.

Do produkcji energii cieplnej można wykorzystać energie promieniowania słonecznego,

energii biopaliw stałych oraz energii geotermalną. Energetyka wiatrowa, wodna oraz skojarzona produkcja energii z biomasy stanowią potencjalne źródło energii elektrycznej. Wytwarzanie biopaliw, bioetanolu i estrów rzepakowych mogą stanowić uzupełnienie w produkcji paliw pędnych jako kilkuprocentowe dodatki.

Możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce są zbliżone do warunków istniejących w krajach Unii Europejskiej. Różnice mogą zaistnieć jedynie w strukturze pozyskania energii ze źródeł odnawialnych. Różne organizacje oceniają udział energii odnawialnej w bilansie energii pierwotnej kraju na poziomie kilku procent (1997), i tak:

- Agencja Rynku Energii - 185 PJ (4,4 %),
- Główny Urząd Statystyczny - 208 PJ (4,8 %),
- Ministerstwo Gospodarki - 230 PJ (5,1 %),
- Europejskie Centrum Energii Odnawialnej - 104 PJ (2,5 %).

Pewne trudności w właściwej ocenie stanu faktycznego wynikają ze specyfiki energetyki odnawialnej, która charakteryzuje się rozproszoną generacją w wielu instalacjach małej mocy. Istnieje wiele małych instalacji produkujących energię na potrzeby własne użytkownika. Często nie są one wyszczególnione w statystykach, a czasami nawet trudno jest określić ich moc cieplną.

Realizacja instalacji opartych na odnawialnych źródłach energii ponosi za sobą wysokie koszty jednostkowe, które niekiedy nawet przewyższają analogiczne wskaźniki w państwach Unii Europejskiej. Jest to spowodowane koniecznością importowania technologii, ponoszenia opłat licencyjnych i podatków, a także brakiem szerszych doświadczeń w tym zakresie. W okresie lat 1990 do 1999 nie zaobserwowano znaczącego obniżenia kosztów instalacji. Pewna poprawa ich rentowności wynika jedynie ze wzrostu cen energii konwencjonalnej.

Ocena ekonomiczna poszczególnych technologii odnawialnych źródeł energii wskazuje, że można je podzielić pod kątem zwrotu nakładów inwestycyjnych na następujące trzy grupy:

- technologie, których zdyskontowany okres zwrotu nakładów inwestycyjnych nie przekracza

5 lat. Należą do nich kolektor powietrzny do suszenia płodów rolnych, małe kotły na drewno oraz kotły na słomę,

- technologie, których zdyskontowany okres zwrotu kosztów inwestycji mieści się w zakresie od 9,5 do 12,5 lat. Do tej grupy należą: małe elektrownie wodne zbudowane na istniejącym jazie, kolektory słoneczne do podgrzewania wody oraz biogazownie komunalne na osad ściekowy produkujące energię elektryczną i ciepłą,

- pozostałe technologie, których zdyskontowany okres zwrotu wynosi powyżej 20 lat. W tej grupie znalazły się: automatyczne ciepłownie na słomę i zrębki drzewne, elektrownie wiatrowe sieciowe, ciepłownie geotermalne, biogazownie rolnicze, systemy fotowoltaiczne i małe elektrownie wodne budowane z jazem od podstaw.

Elektrownie wodne mają trwałość dłuższą niż 20 lat i dlatego ich budowa może być rozważana po uwzględnieniu korzyści wynikających z retencji wody. Pomimo ciągłego braku urealnienia cen energii konwencjonalnej, już teraz niektóre technologie odnawialnych źródeł energii charakteryzują się porównywalnymi lub niższymi kosztami wytworzenia energii. Zaliczyć do nich można: kolektory słoneczne powietrzne, małe kotły na drewno i słomę obsługiwane ręcznie, automatyczne ciepłownie na słomę, małe elektrownie wodne zbudowane na istniejącym jazie oraz instalacje produkujące energię elektryczną z gazu wysypiskowego.

Podstawową zaletą i jedną z głównych cech odnawialnych źródeł energii skłaniającą do ich stosowania jest fakt, iż pozwalają one efektywnie redukować emisje gazów cieplarnianych. Najmniejsze koszty redukcji emisji dwutlenku węgla CO<sub>2</sub> wykazują: kolektory słoneczne powietrzne i wodne, małe elektrownie wodne budowane na istniejących jazach, instalacje wykorzystujące gaz wysypiskowy oraz biogazownie na osady ściekowe. Jedynie systemy fotowoltaiczne ze względu na wysokie koszty inwestycyjne charakteryzują się mniej atrakcyjnymi kosztami redukcji gazów cieplarnianych aniżeli pozostałe technologie.

Wprowadzenie odnawialnych źródeł energii powoduje również tworzenie nowych miejsc pracy. Są to stanowiska przy obsłudze i produkcji urządzeń i linii technologicznych oraz przy obsłudze przedsiębiorstw inwestujących w odnawialne źródła energii. Najwięcej miejsc pracy tworzy się przy spalaniu biomasy - 2 osoby/MW, przy energetyce wodnej i wykorzystaniu

biogazu - 1,5 osoby/MW, najmniej miejsc tworzy energetyka wiatrowa - 0,2 osoby/MW.

Obecnie nie istnieje w Polsce skoordynowana polityka rozwoju energetyki odnawialnej. Stąd postulaty środowiska dotyczące koniecznych działań. W pierwszym etapie proponuje się następujące działania:

- wprowadzenie uproszczonego trybu otrzymywania koncesji na wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych lub podniesienie progu koncesjonowania,
- wprowadzenie norm na biopaliwa ciekłe, a w szczególności na E85 (85 % etanolu i 15 % benzyny), E20 (20 % etanolu i 80 % benzyny) oraz na paliwo rzepakowe,
- zwolnienie z podatku akcyzowego paliwa rzepakowego oraz wprowadzenie ulg akcyzowych na benzynę z dodatkiem alkoholu etylowego,
- zmniejszenie do 7 % stawki podatku VAT na paliwo rzepakowe,
- uproszczenie procedur koncesjonowania produkcji biopaliw,
- ustalenie odpowiednich regulacji prawnych mających na celu obniżenie podatku dochodowego dla przedsiębiorstw wykorzystujących odpady i energię odpadową,
- zwiększenie możliwości kredytowania inwestycji w małe i średnie technologie,
- stworzenia kampanii informowania społeczeństwa o możliwościach stosowania odnawialnych źródeł energii, w szczególności wykorzystania biopaliw.
- zwolnienie z podatku VAT urzędzeń wykorzystujących energię odnawialną do czasu uzyskania ich opłacalności, - tworzenie nowych miejsc na wsi w oparciu o rozwój produkcji biopaliw,
- wprowadzenie norm dla urzędzeń wykorzystujących energię odnawialną.

## **2. Energia odnawialna i perspektywy jej rozwoju w Niemczech.**

Trudno sobie dzisiaj wyobrazić życie bez energii elektrycznej, ciepła, czy gazu. Na całym świecie zapotrzebowanie na energię stale rośnie. W niemieckim gospodarstwie domowym, według uzyskanych podczas seminarium informacji, zużywa się średnio energii: 77% na ogrzewanie, 12% na ciepłą wodę, 9% na urządzenia i około 2% na oświetlenie, całkowitego zapotrzebowania na energię. Rosną także koszty wytwarzania energii. Światowe zasoby kopalnych surowców energetycznych systematycznie się kurczą. Szacuje się, że ropy i gazu wystarczy na około 50 lat, węgla kamiennego na ok. 200 lat. Należy zaznaczyć, że są to surowce, które wykorzystuje się nie tylko do celów energetycznych, ale również w wielu gałęziach przemysłu. Ponadto produkcja energii z nieodnawialnych źródeł energii



(konwencjonalnych) wiąże się z zagrożeniem dla środowiska naturalnego w postaci kwaśnych deszczy (emisja SO<sub>2</sub>) oraz efektu cieplarnianego (emisja CO<sub>2</sub>). Prowadzi to do odczuwalnych na całym świecie zmian klimatu, gwałtownych zjawisk atmosferycznych, wywołanych efektem cieplarnianym; stąd bardzo ważne są aspekty odnawialnych źródeł energii.

Bioenergia w Niemczech wykazuje największą dynamikę rozwoju spośród innych dziedzin energetyki. Z biomasy rolnictwa wytwarza się z roku na rok coraz więcej energii elektrycznej, ciepła użytkowego i paliw silnikowych. Przetwarzanie biomasy do energii elektrycznej, ciepła użytkowego i paliw płynnych staje się – z gospodarczego punktu widzenia – drugą nogą niemieckiego rolnictwa; jest to związane z ambitną polityką walki z ociepleniem klimatu oraz planowanym całkowitym odejściem od energii atomowej. Do 2050 roku ma ona stanowić połowę zużywanej w Niemczech energii.

W 2007 roku 14.3% zapotrzebowania energii cieplnej zostało zaspokojone przez biologiczne źródła energii a 7% paliw i energii elektrycznej w Niemczech pochodziło z odnawialnych źródeł. To owocuje redukcją emisji gazów cieplarnianych oraz ograniczeniu importu coraz droższych nośników energii.

Stosowanie alternatywnych źródeł energii ma wiele korzyści:

- ekonomiczno-społeczne:
  - źródła te są niewyczerpalne i tańsze;
  - uniezależniają państwo od obcych źródeł energii;
  - dają nowe stanowiska pracy na terenach rolniczych;
  - dają możliwość wykorzystania nieużytków;
  - stwarzają konkurencję dla konwencjonalnych producentów energii;
  - wykorzystują nadwyżki produkcyjne z rolnictwa.
- ekologiczne:
  - redukcja wielkości emitowanych zanieczyszczeń do atmosfery;
  - mniejsza ilość produkowanych odpadów;
  - obniżenie produkcji gazów cieplarnianych.
- zdrowotne:
  - zmniejszenie ilości zanieczyszczeń daje mniejszą zachorowalność.

„Zielona energia” elektryczna w Niemczech pochodzi z:

- wody,

- wiatru,
- promieniowania słonecznego,
- źródeł geotermalnych,
- biomasy.

#### ***IV. Odnawialne źródła energii, a kształcenie ustawiczne.***

Nieustanny postęp technologiczny, procesy innowacyjne wzmacniające rozwój konkurencyjności i kształtujące przedsiębiorczość w celu zwiększenia szans zatrudnienia to szansa dla wszystkich na poprawę standardów życia. Wprowadzanie nowych technologii wiąże się jednak z koniecznością pozytywnego nastawienia wszystkich członków społeczeństwa na zmiany. Nie jest to łatwe w zaawansowanym wiekowo społeczeństwie, zwłaszcza w środowisku wiejskim. Konieczne jest więc wprowadzenie programów edukacyjnych nie tylko dla młodzieży ale i dla dorosłych i to w bardzo zróżnicowanych formach. Dodatkowym elementem wymuszającym konieczność ustawicznej edukacji spowodowana została wejściem nowych państw do Unii Europejskiej i konieczność dostosowania przepisów wewnętrznych i technologii produkcji do nowych norm. Realizacja kształcenia koncentruje się zatem wokół dwóch głównych priorytetów: - rozwój europejskiego rynku pracy, - transformacja, modernizacja oraz dostosowanie europejskich systemów kształcenia i szkolenia, promowaniu i poszerzaniu wpływu kształcenia zawodowego na procesy innowacyjne wzmacniające rozwój konkurencyjności i kształtujące przedsiębiorczość w celu zwiększenia szans zatrudnienia. Przykładem szkoleń dostosowanych do potrzeb społecznych, a zarazem możliwości wprowadzania nowoczesnych, odnawialnych źródeł energii są szkolenia prowadzone w ośrodku kształcenia rolniczego DEULA w Nienburgu.

Biogazownia małe wytwórnie.

Kurs odbędzie się w oparciu o założenia związku ekspertów w dziedzinie biogazu oraz instytucji pt. KTBL Kurs zakończony zostanie egzaminem przeprowadzonym przez Izbę Rolniczą. Skierowany jest on głównie do inwestorów oraz osób zainteresowanych, którzy chcieliby posiadać pełną wiedzę dotyczącą tematyki biogazu.

Tematyka kursu:

- procesy biologiczne
- technika zakładania biogazowni

- rentowność i finance
- wybór substratów
- normy bezpieczeństwa
- czynniki ryzyka
- uwarunkowania prawne
- zakładanie sieci połączeń
- plan budowy
- uprawa roślin energetycznych
- przygotowanie kiszonki
- koncepty grzewcze
- uwarunkowania prawne

#### Ogrzewanie zbożem

Opis kształcenia: zastosowanie zbóż i innych biogenicznych materiałów opałowych

- Porównanie techniczne zakładania systemów grzewczych wykorzystujących zboże, pelety, zrębki drewna itp.
- Warunki jakie trzeba spełnić przy wyborze alternatywnych systemów grzewczych

Zdobycie kwalifikacji dla właścicieli biogazowni

Uzyskanie kwalifikacji dla osób zajmujących się prowadzeniem biogazowni

Ten kurs skierowany jest w szczególności do rolników, którzy posiadają biogazownię albo których bogazownia jest w trakcie budowy albo pozyskania pozwolenia na budowę wytwórni.

Tematyka:

- Technika wytwórni
- Przepisy bezpieczeństwa
- Optymalizacja wytwórni
- Ryzyko
- Uprawa roślin energetycznych
- Ekonomia gospodarcza

Rzepak jako paliwo

Cel szkolenia:

- techniczny rozwój
- zmiany w wydajności i emisji gazu
- magazynowanie rzepaku

Szkolenie dla pracowników biogazowni

Szkolenie skierowane do osób, które będą zajmowały się kontrolą, zapisami, opieką i konserwacją w wytwórniach biogazowych. Główne punkty szkolenia to:

- konserwacja i opieka nad wytwórnią biogazu
- przepisy bezpieczeństwa
- optymalizacja wytwórni.

## ***V. Budowa i działanie nowoczesnej wytwórni biogazu.***

### ***1.1. Czym jest biogaz?***

Obecnie, zmiany klimatu ziemskiego, za sprawą szkodliwej działalności człowieka, stały się faktem. Ogromne emisje dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>) oraz metanu (CH<sub>4</sub>) do atmosfery powodują zwiększenie efektu cieplarnianego, czyli podwyższenie temperatury atmosfery ziemskiej. Inwestowanie w rozwój technologii dla pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych takich jak słońce, wiatr, woda biomasa (ogólnie materia organiczna pochodzenia zwierzęcego lub roślinnego) czy energia geotermalna staje się powoli koniecznością a nie jak przed paru laty tylko alternatywą.

Biogaz to paliwo pozyskiwane na drodze procesów biochemicznych z biomasy. W nomenklaturze polskiej przyjęło się określać biogaz jako produkt fermentacji metanowej wytwarzany celowo w specjalnie do tego celu skonstruowanych obiektach czyli biogazowniach rolniczych lub w komorach fermentacyjnych oczyszczalni ścieków oraz jako produkt uboczny beztlenowych procesów rozkładu organicznej części odpadu zgromadzonego na wysypisku śmieci

Nie wszystkie substraty nadają się do produkcji biogazu. Biomasa taka jak drewno czy słoma lub np. rośliny o dużej zawartości substancji trudno rozkładalnych biochemicznie (np. lignina) nadają się bardziej do spalania niż do fermentacji metanowej. To, co wyróżnia biogaz wśród innych rodzajów energii odnawialnej pozyskiwanej z biomasy to możliwość zastosowania substratów charakteryzujących się na przykład znaczną zawartością wody lub masy organicznej jak i również takich, które wymagają utylizacji (np. odpady poubojowe).

Biogaz może być wytwarzany z różnych rodzajów oraz typów substratów. Do surowców odnawialnych bardzo dobrze nadających się do zastosowania w biogazowniach rolniczych należą takie materiały jak nawozy naturalne (np.: gnojowica, obornik), odpady z produkcji rolnej (np.: odpady zbożowe, odpady pasz), celowo hodowane rośliny energetyczne (np.: kukurydza, pszenżyto, pszenica, jęczmień, rzepak, lucerna, trawa sudańska, burak

pastewny, burak cukrowy, ziemniak). W biogazowniach rolniczych można również przetwarzać odpady organiczne pochodzące na przykład z produkcji spożywczej lub biopaliw oraz inne czyste chemicznie odpady organiczne. W obszarze zainteresowań są szczególnie substraty o dużym potencjale energetycznym, charakteryzujące się dużą zawartością masy organicznej oraz tanie do pozyskania. Do takich materiałów należą np.: odpady warzyw i owoców, odpady z produkcji żelatyny, skrobi, odpady z piekarni, cukierni, odpady tłuszczu i serów z mleczarni, wytloki owoców i warzyw, wywar gorzelniany, wysłodziny browarniane, odpady poubojowe jak i również odpady żywności ze stołówek, restauracji, gliceryna itd.

### **1. *Jak zbudowana jest biogazownia rolnicza?***

Typowa biogazownia rolnicza składa się urządzeń i obiektów do przechowywania, przygotowania oraz dozowania substratów. W zależności od zastosowanych substancji wejściowych, wyróżniamy trzy rodzaje budowli magazynowych takich jak silosy przejazdowe, zbiorniki oraz hale (substraty charakteryzujące się emisją nieprzyjemnych zapachów). Substraty w formie stałej wprowadza się do komór fermentacji za pomocą specjalnych stacji dozujących, natomiast materiały płynne mogą być dozowane techniką pompową. Niektóre substraty wymagają również rozdrabniania oraz higienizacji lub pasteryzacji w specjalnie do tego celu zaprojektowanych ciągach technologicznych.

Najczęściej stosowanym rozwiązaniem konstrukcyjnym komory fermentacyjnej jest żelbetowy, izolowany zbiornik wyposażony w foliowy, gazoszczelny dach samonośny. Zbiornik taki pełni rolę fermentatora jak i również „zasobnika” biogazu. Zawartość zbiornika jest ogrzewana systemem rur grzewczych przy wykorzystywaniu ciepła procesowego, powstałego przy chłodzeniu kogeneratora. Urządzenia mieszające zainstalowane w komorze spełniają bardzo ważną rolę. Mieszanie powoduje równomierny rozkład substratów i temperatury w zbiorniku oraz ułatwia uwalnianie się metanu. Pozostałość pofermentacyjna jest wysoko-wartościowym nawozem gromadzonym w zbiorniku magazynowym, którego objętość jest tak dobrana, aby wystarczyła na przechowywanie substratu na czas zakazu jego rozrzucania na polu (okres zimowy).

W budynku gospodarczym umieszczone są trzy bardzo istotne elementy biogazowni takie jak pompownia obsługująca transport substratów oraz pozostałości pofermentacyjnej pomiędzy poszczególnymi zbiornikami, sterownia wraz z pomieszczeniem szaf sterowniczych będąca

„mózgiem” całego obiektu oraz urządzenie przetwarzające energię biogazu na energię cieplną i/lub elektryczną, czyli na przykład kogenerator wytwarzający w sposób skojarzony prąd elektryczny i ciepło.

Coraz częściej elementem integralnym wielu biogazowni stają się systemy (obiekty i instalacje budowane celowo) pozwalające na wykorzystania energii cieplnej i uzyskanie z tego tytułu dodatkowych dochodów: suszarnie zboża, trocin, drewna, sieci ciepłne zasilające pobliskie budynki, chłodziarki absorpcyjne wytwarzające zimno z ciepła itd.

Na ilustracji 1 widoczna jest biogazownia rolnicza przetwarzająca na biogaz głównie kiszonkę kukurydzy, odpady zbożowe oraz gnojowicę.



**Ilustracja 1** Biogazownia rolnicza firmy EnerCess GmbH

## **2. W jakich warunkach powstaje biogaz?**

Biogaz w biogazowni rolniczej powstaje w zamkniętej komorze (bez dostępu powietrza oraz światła) w procesie fermentacji metanowej w przedziałach temperatur od 35 – 40°C (fermentacja mezofilowa – większość obecnych biogazowni rolniczych pracuje w tym przedziale temperatur) oraz od 45 – 55 °C (fermentacja termofitowa). Aby utrzymać substrat w możliwej do pompowania fazie płynnej, zawartość suchej pozostałości w komorach fermentacji nie powinna przekraczać 12 – 15 %. Bardzo istotną wielkością mierzoną w komorze fermentacji jest odczyn pH. Jego wartość w przypadku stabilnej fermentacji powinna wynosić od 7 do 7,7. Niestabilność

procesu spowodowana na przykład dozowaniem zbyt dużej ilości łatwo rozkładalnej materii organicznej może spowodować nagły spadek wartości pH a w konsekwencji nawet unicestwienie większości organizmów odpowiadających za fermentację metanową, a co za tym idzie długą przerwę w pracy biogazowni. Oczywiście pH obok np: składu biogazu, czy zawartości suchej pozostałości i azotu amonowego jest jedną z wielu wielkości, jakie należy obserwować i analizować. Z tego powodu na nowoczesnych biogazowniach rolniczych wykorzystujących 100% mocy wytwórczych ogromną rolę dla stabilności procesu fermentacji metanowej odgrywa zastosowanie aparatury kontrolno-pomiarowej oraz automatyki i sterowania pozwalającej na kontrolowanie jej pracy także zdalnie, np. poprzez złącza internetowe.

### **3. Co przemawia za wytwarzaniem energii odnawialnej w biogazowni rolniczej?**

Biogazownie rolnicze produkują energię w sposób wysoce efektywny. Skojarzona produkcja energii cieplnej oraz elektrycznej pozwala na osiągnięcie sprawności przetworzenia energii zawartej w biogazie nawet do około 87 %, z czego ca. 37 % stanowi energia elektryczna natomiast ca. 50 % energia cieplna, które praktycznie bez strat mogą być wykorzystane w obszarze danej lokalizacji. Dla porównania energia elektryczna z dużych elektrowni kondensacyjnych docierająca do odbiorcy stanowi 36 % energii pierwotnej zawartej w paliwie, natomiast łączna energia (ciepło i prąd) dostarczana do odbiorcy z dużych elektrociepłowni to około 80% energii pierwotnej (przy relatywnie niskiej sprawności około - 29 % dla produkcji energii elektrycznej). W przyszłości będzie również powszechnie możliwe wprowadzanie uzdatnianego biogazu do sieci gazu ziemnego oraz jego przesył na większe odległości. W porównaniu do innych źródeł energii odnawialnej jej produkcja z biomasy przetwarzanej w procesie fermentacji metanowej pozwala na sterowalną produkcję, co oznacza oszczędności przy eksploatacji sieci oraz możliwość wytwarzania energii w momencie zapotrzebowania.

Biogazownie rolnicze produkują wysoko-wartościowy nawóz zawierający pierwiastki biogenne w formie łatwiej przyswajalnej dla roślin oraz o zredukowanych w porównaniu do nawozów naturalnych emisjach zapachu i wyeliminowaniu niektórych szkodliwych dla roślin właściwości (np: wypalanie roślin przez gnojowicę).

Biogazownie to obiekty o stosunkowo małej mocy (od 100 do 2000 kW<sub>el.</sub>), idealnie nadające się do efektywnego, zdecentralizowanego zaopatrzenia w energię, na przykład obszarów

wiejskich, charakteryzującego się niskimi stratami na przesyle, brakiem konieczności szeroko zakrojonej rozbudowy istniejących sieci oraz możliwością wykorzystania powstałego ciepła na miejscu.

### **I.2. Produkcja biogazu z kiszonki kukurydzy**

W krajach Unii Europejskiej, szczególnie w Niemczech, zostały stworzone odpowiednie warunki gospodarcze dla stosowania odnawialnych surowców do wytwarzania „zielonej energii”. Dzięki: zabezpieczeniu minimalnego wynagrodzenia za wytworzoną energię elektryczną, długoterminowej perspektywie wzrostu cen energii i przede wszystkim dopłatom do surowców wykorzystywanych w procesie wytwarzania energii, a pochodzących z produkcji rolnej produkcja biomasy ma szansę stać się przyszłościowym i opłacalnym działem produkcyjnym dla rolnictwa.

Wśród gatunków wykorzystywanych do produkcji biogazu dominuje kukurydza, posiadająca 90% udział w rynku. Nie oczekuje się większych zmian w tej strukturze, gdyż do produkcji biogazu najlepiej nadaje się kiszonka z kukurydzy, o czym decydują następujące czynniki:

- ✓ Wysoka wydajność produkcji gazu (ok. 180 m gazu na tonę kiszonki z kukurydzy) w porównaniu do innych roślin zbożowych kukurydza jest numerem 1 pod względem plonu metanu (m CH na ha w roku)
- ✓ wypiera bardziej kosztocłonne uprawy nie wymaga zmiany dotychczas stosowanej techniki uprawy i zbioru
- ✓ łatwo się konserwuje, co umożliwia długookresowe magazynowanie i wykorzystywanie

Zasada powstawania biogazu

1. faza Hydroliza makromolekuł
2. faza Wytwarzanie kwasów
3. faza Wytwarzanie kwasu octowego
4. faza Wytwarzanie metanu

Proces fermentacyjny zachodzący w biogazowni i sterowanie nim jest w zasadzie porównywalne z procesem trawienia przebiegającym w żwaczu krowy i możliwością jego regulacji poprzez stosowanie odpowiedniego karmienia.



Procesy fermentacyjne w biogazowni i w żwaczu bydła przebiegają w ten sam sposób do momentu wytworzenia krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (kwasu octowego / kwasu mlekowego). Dopiero w następnym etapie te procesy zaczynają się różnicować. W żwaczu następuje wytworzenie nowej glukozy z krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych.

W biogazowni będą one dalej rozkładane do metanu. Substraty zastosowane w biogazowni mogą mieć różne pochodzenie. W praktyce dominują nawozy organiczne (gnojowica, obornik itp.) oraz kiszonka z kukurydzy. Zaletą nawozów organicznych jest ich duża kwasowa buforowość, która wpływa stabilizująco na cały proces. Stosowanie kiszonki z kukurydzy podwyższa z reguły udział metanu w biogazie i tym samym odciąża blok grzewczy biogazowni.

Udowodnione jest, że wysokostrawna kiszonka z kukurydzy jest najbardziej przydatną, opłacalną paszą zarówno dla karmienia bydła jak i „karmienia” biogazowni. „W trakcie rozpadu masy organicznej w fermentatorze zachodzą podobne procesy jak w żwaczu krowy mlecznej, odmiany o wysokiej strawności są więc bardziej przydatne do produkcji biogazu”

Nowe kierunki użytkowania roślin uprawnych, takie jak na przykład produkcja biogazu, powodują, że hodowcy wprowadzają pożądane cechy do nowych odmian. Jeśli dane cechy nie miały wysokiego priorytetu w dotychczasowych planach hodowlanych, proces hodowlany wymaga wtedy znacznie więcej czasu, a na efekty trzeba długo czekać.

Odmiany kiszonkowe kukurydzy stosowane w karmieniu bydła nadają się równie dobrze do produkcji biogazu. Ta zgodność i ciągłe postępy w hodowli są istotną podstawą dla przewagi kukurydzy, jako podstawowego gatunku do produkcji biogazu, przewyższającego inne rośliny stosowane do zakiszania.

Produkcja biomasy na cele energetyczne otwiera rolnictwu nowy i prawdopodobnie nieograniczony rynek zbytu. Należy jednak oczekiwać, że po pierwszej fali euforii nastąpi okres optymalizacji procesu. Koncepcja hodowli na cele produkcji biogazu musi ten proces wyprzedzić.

Zakładanymi czynnikami produkcji są:

1. biogazownia jako najważniejsza inwestycja
2. grunty orne do produkcji surowca
3. transport surowca i resztek pofermentacyjnych

#### 4. zatrudnienie na polu i biogazowni

Wysoki plon decyduje o dochodowości produkcji biomasy w gospodarstwie. Odmiany jakościowe z wysokim udziałem części strawialnych surowca umożliwiają:

1. wyższą wydajność dobową produkcji gazu
2. przez to lepszy zwrot zainwestowanego kapitału i zastosowanej pracy
3. mniejsze koszty transportu i magazynowania substratu i resztek pofermentacyjnych otrzymanych w przeliczeniu na m produkcji metanu

Biorąc pod uwagę te czynniki, cele hodowli dla odmian na biogaz są porównywalne z celami hodowli dla kukurydzy na kiszonkę do karmienia bydła. Selekcja kierowana jest na wyhodowanie odmian gwarantujących lepszy plon biogazu z 1 ha i wyższą produkcję gazu na kg substratu. Ważna jest też odpowiednia wczesność odmiany, tak żeby w latach chłodnych można było pewnie osiągnąć 30% s.m. Wtedy zapobiegnie się stratom spowodowanym wyciekaniem soku i nieproduktywnemu transportowi wody.

Z powodu ryzyka związanego z zachwianiem płodozmianu i obciążenia siłą roboczą nie można pozwolić sobie tylko na uprawę kukurydzy. Uprawa zbóż z przeznaczeniem na kiszonkę z całych roślin umożliwia ich wykorzystanie, jako drugiej uprawy po kukurydzy. W zależności od warunków agrotechnicznych i dostępności wody, oprócz kukurydzy do produkcji kiszonek nadają się również słonecznik, trawy oraz sucrosorgo. Prowadzone w wielu krajach badania pozwolą wkrótce odpowiedzieć, które z upraw przeznaczonych na biogaz są optymalne na danym stanowisku pod względem ekonomicznym i ekologicznym, biorąc pod uwagę indywidualne uwarunkowania gospodarstw.

Biorąc pod uwagę zróżnicowane wymagania i właściwości roślin, co szczególnie dotyczy początkowego rozwoju roślin, nawożenia, odporności na herbicydy i czasu zbioru, mieszana uprawa bywa często problematyczna. Podsumowanie

Kiszonka z kukurydzy zachowująca dobrą jakość od pola do biogazowni gwarantuje wysoką wydajność biogazu w przeliczeniu na kg surowca.

Decydującym warunkiem dla osiągnięcia sukcesu w produkcji kiszonek jest właściwy czas zbioru, który powinien być przeprowadzony przy zawartości suchej masy minimum 28 %, lepiej 30 %, maksymalnie do 35 %. Zawartość s.m. poniżej 28 % przyczynia się do

zwiększonych strat związanych z wyciekami soku, natomiast przy wyraźnym przekroczeniu zawartości s.m. powyżej 35 %, prawidłowe ugniecenie jest właściwie niemożliwe.

Dodatkowe utrudnieniem dla prawidłowego zakiszenia jest nieprawidłowa długość siecarki (pow. 6 mm) oraz zbyt słabe ugniecenie. Zastosowanie wysokowydajnych nowoczesnych siewczarni o wydajności 135 t świeżej masy na godzinę oraz przyspieszenie odwozu z pola przyczyniają się dodatkowo do zawężenia czasu prac związanych z ugniataniem. Poprzez szybkie dostarczenie surowca do pryzmy pozostaje mało czasu na wystarczającą ilość przejazdów, niezbędną do wystarczającego ugniecenia materiału. Zapobiec temu może równoległe napełnianie i ugniatanie dwóch pryzm lub zastosowaniu dwóch lub więcej ciągników na jednej pryzmie.

Wskazówki i orientacyjne wartości dot. Zakładania silosu (źródło: Dr. J. Thaysen, LWK Schleswig-Holstein. 2004):

1. zawartość s.m. od 28 do 35 %
2. długość siecarki (4-6 mm)
3. równomierne napełnienie silosu warstwami o max. grubości 30 cm
4. dobre ugniecenie ciągnikiem z walcami/ładowaczami kołowymi o mocy min. 200 KM
5. zastosowanie dodatkowego obciążenia
6. zrezygnowanie z kół bliźniaczych ciśnienie w ogumieniu 2 do 3,5 bar
7. ugniecenie do 250 kg s.m/m
8. stosowanie folii silosowej
9. zastosowanie siatki silosowej zabezpieczającej przed zewnętrznymi uszkodzeniami

Zakiszanie kukurydzy przebiega z reguły bezproblemowo, problemy zaczynają się z chwilą otwarcia silosu. Przez wycinane powierzchnie do źle ugniecionej kiszonki dostaje się dużo powietrza. Skutkiem jest bardzo szybkie namnażanie się organizmów tlenowych, takich jak drożdże i grzyby pleśniowe, które pogarszają jakość kiszonki. Te szkodniki fermentacji zaczynają pobierać znaczne ilości energii z paszy. Stosowanie zapleśniałej lub zdegradowanej kiszonki wpływa negatywnie na powstawanie metanu podczas fermentacji w biogazowni.

Produkcja biogazu ma coraz większy udział w rynku wytwarzania energii. Jak wszędzie w gospodarce, tak i w rolnictwie istnieje mocny trend do budowy dużych zakładów, czyli koncentracji produkcji. Tym samym zwiększają się średnie odległości dzielące pole, silos

i biogazownię, a co za tym idzie, rosną nakłady na transport i ich udział w całkowitych kosztach produkcji. Dlatego dla zapewnienia opłacalności ważne jest uwzględnianie w kalkulacjach stosunku plonu gazu na kg substratu (kiszonka z kukurydzy) do kosztów produkcji (koszty transportu) na kg substratu.

### **I.3. Produkcja biogazu z odpadów**

Odpady komunalne - odpady powstające w gospodarstwach domowych, a także odpady nie zawierające odpadów niebezpiecznych pochodzących od innych wytwórców odpadów, które ze względu na skład i charakter są odpadami podobnymi do odpadów powstających w gospodarstwach domowych. Odpady komunalne dzielimy na:

- ✓ Frakcję ulegającą biodegradacji, jak odpady kuchenne, papier i tektura, odpady zielone
- ✓ Frakcję palną, jak opakowania, tworzywa sztuczne, odpady tekstylne
- ✓ Frakcję obojętną, jak odpady mineralne, szkło i metale.

Do odpadów ulegających biodegradacji zalicza się:

- ✓ Odpady kuchenne
- ✓ Odpady zielone
- ✓ Papier i tektura
- ✓ Opakowania z papieru i tektury.

Odpady organiczne unieszkodliwiamy poprzez

- ✓ Kompostowanie
- ✓ **Fermentacja**
- ✓ Spalanie
- ✓ Składowanie

Procesem wykorzystywanym w produkcji biogazu jest **fermentacja metanowa**. **Fermentacja metanowa** to proces mikrobiologiczny, w którym substancje organiczne są przekształcanew metan i dwutlenek węgla. Przebiega w ekosystemach naturalnych i sztucznie stworzonych przez człowieka, które nie zawierają tlenu.

Fermentacja metanowa przebiega w 4 etapach:

- ✓ Etap I- hydroliza, podczas której spolimeryzowane, w większości nierozpuszczalne zawiązki organiczne, zostają przetworzone przez enzymy odpowiednich szczepów bakterii hydrolizujących, w rozpuszczalne monomery i dimery

- ✓ Etap II- acydogeneza, czyli faza zakwaszania, podczas której dominujące, fakultatywne bakterie acydogenne przetwarzają rozpuszczone w wodzie substancje chemiczne, w tym produkty hydrolizy, do krótkołańcuchowych kwasów organicznych (C1-C6), alkoholi, aldehydów oraz dwutlenku węgla i wodoru.
- ✓ Etap III- octanogeneza, podczas której odpowiednie gatunki bakterii przetwarzają wyższe kwasy organiczne (głównie C3-C6) do kwasu octowego, ditlenku węgla i wodoru, czyli do substratów, które mogą być przekształcone w metan.
- ✓ Etap IV- metanogeneza- w tej fazie procesu wytwarzany jest metan, przy udziale bakterii metanogennych,

W procesie fermentacji powstają trzy główne produkty:

- ✓ Biogaz,
- ✓ Przefermentowany materiał
- ✓ Ścieki.

## **VI. Alternatywne systemy ogrzewania.**

Przyspieszony rozwój cywilizacyjny na przełomie XX i XXI wieku spowodował gwałtowny wzrost zapotrzebowania na energię. Efektem takiego wzrostu jest rozwój alternatywnych systemów grzewczych, do których można zaliczyć:

- ogrzewanie geotermalne
- kotłownie opalane zrębkami drewna i prasowanymi trocinami
- kotłownie opalane słomą.
- kotłownie opalane zbożem

Energia geotermalna jest wewnętrznym ciepłem Ziemi nagromadzonym w skałach oraz w wodach wypełniających pory i szczeliny skalne. Ogromna ilość ciepła zgromadzona jest w jądrze i w skorupie ziemskiej. . Temperatura pod skorupą ziemską osiąga wartość do 1000°C. Zachodzi nieustający przepływ ciepła od wnętrza Ziemi do górnych warstw skorupy i na powierzchnię Ziemi.

Rozróżniamy dwa rodzaje zasobów energii geotermalnej:

- hydrotermiczne (woda, para, mieszanina parowodna)
  - petrotermiczne (energia zgromadzona w suchych, ogrzanych i porowatych skałach).
- Głębokość zalegania złóż wody geotermalnej jest mocno zróżnicowana w poszczególnych miejscach globu, ale najczęściej zawiera się w granicach 1000-4500 metrów, i więcej.

Wody te wydobywa się na powierzchnię ziemi przy pomocy specjalnych odwiertów. Wody geotermalne najszersze zastosowanie znajdują w energetyce cieplnej, ale duże możliwości jej wykorzystania istnieją również w innych gałęziach przemysłu. Natomiast wody geotermalne osiągające temperaturę rzędu 120°C i wyższą opłaca się wykorzystać do produkcji energii elektrycznej. Jednostkowy koszt geotermalnej energii cieplnej jest szacunkowo ok. 20% niższy od kosztu energii cieplnej wytwarzanej w ciepłowni konwencjonalnej. W produkcji energii cieplnej wody geotermalne wykorzystywane są jako samodzielne źródła ciepła lub źródła kojarzone z innymi nośnikami energii, takimi jak konwencjonalne lub alternatywne.

Drewno jako paliwo występuje pod wieloma postaciami:

- szczapy (drewno rąbane)
- zrębki,
- trociny i wióry,
- kora,
- brykiety,
- pelety.

Drewno rąbane w postaci szczap jest najczęściej używanym paliwem. Do spalania w kominkach i kotłach lepsze jest drewno liściaste ze względu na większą gęstość oraz mniejszą zawartość kopcających przy spalaniu żywic. Drewno kawałkowe używane do spalania powinno być powietrznosuche, co oznacza, że w procesie suszenia w warunkach naturalnych utraciło cały nadmiar wilgoci zawarty w mikrosporach miazgi, a pozostała wilgoć znajduje się w stanie równowagi z otaczającym wilgotnym powietrzem.

Drewno zaraz po ścięciu zawiera ok. 60% wilgoci. Proces utraty wilgoci jest powolny i zależy od warunków pogodowych.

Zrębki stosowane są przede wszystkim do kotłów większych mocy. Można je jednak stosować również do małych kotłów, pod warunkiem, że są to zrębki suche. Zrębki suche ( $w < 20\%$ ) uzyskuje się poprzez zrębkowanie przesuszonych gałęzi. Suszenie zrębków mokrych w pryzmach pod zadaszeniem jest nieefektywne i połączone z utratą wartości energetycznych oraz butwieniem zrębków.

Pozyskiwanie materiału i zrębkowanie zrębków suchych jest trudniejsze, a przechowywanie (w zamkniętych silosach lub magazynach) droższe niż zrębków mokrych. Jednak ich stosowanie jest opłacalne, gdyż spalanie zrębków suchych jest łatwiejsze, a kotły i instalacje zasilające znacznie tańsze. Ponadto, rozwiązania technologiczne pozwalają na automatyzację instalacji zasilającej kocioł i jego bezobsługową pracę.

Zrębki mokre mogą być dostarczane do kotłowni prosto z lasu lub plantacji energetycznych.

Nie wymagają specjalnych magazynów, a jedynie dobrze przewietrzanych, zabezpieczonych przed opadami atmosferycznymi placów składowych. Do spalania zrębków mokrych nadają się w zasadzie kotły o mocach powyżej 500 kW. Od takiej wielkości kotłów staje się opłacalne budowanie skomplikowanych instalacji zasilających, wyposażonych w przenośniki ślimakowe, łańcuchowe lub kubełkowe oraz silosy z ruchomą podłogą.

Trociny i wióry są materiałem odpadowym z tartaków i zakładów przeróbki drewna. Są najtańszym paliwem pod warunkiem lokalizacji kotłowni w pobliżu zakładu przetwórczego. Trociny są dużo trudniejsze do spalania niż zrębki, pelety i brykiety, dlatego nadają się głównie do spalania w dużych kotłach, w których konstrukcja rusztu przystosowana jest do spalania mokrych lub suchych trocin. W kotłach tych istnieje możliwość spalania mieszanek trocin i zrębków. Należy unikać spalania trocin w małych kotłach, gdyż zwykle połączone jest to z małą sprawnością i dużymi emisjami szkodliwych składników do atmosfery.

Bardzo duże znaczenie na obszarach wiejskich jako surowiec energetyczny może mieć słoma. Dzięki zastosowaniu słomy jako paliwa można zredukować emisję dwutlenku węgla do atmosfery. Pierwsze kotły opalane słomą pojawiły się w latach 70, jako wynik zaistniałego kryzysu paliwowego, Od tego czasu pomysł spalania słomy uległ rozwojowi – od małych, prymitywnych i pracochłonnych kotłów, do instalacji przystosowanych do zasilania paliwem 1 – 2 razy dziennie, wyposażonych w automatykę regulującą proces spalania. Nowoczesne kotły w zależności od mocy, przystosowane są do jednorazowego załadunku nawet do 1000 kg słomy jednorazowo i pozwalają uzyskać średnią moc do 500KW. W przypadku występowania większego zapotrzebowania na energię cieplną można stosować kotły do spalania całych bel. Można także stosować słomę rozdrobnioną. Wykorzystywane jest to w kotłowniach o mocach powyżej 0,5 MW.

Bardzo podobne właściwości chemiczne do słomy ma zboże. Jeżeli występuje jego nadmiar lub gdy jest uprawiane w celach energetycznych, może być spalane w specjalnie do tego celu dostosowanych kotłach.

Ze względu na budowę ziarna, a także najniższą cenę najlepiej do spalania nadaje się owies, którego wartość opałowa wynosi 13 GJ/t.

Urządzenia do zasilania kotłów, a także palniki zbliżone są budową do urządzeń przeznaczonych do spalania pelet drzewnych.

### ***Kotłownie opalane zbożem***

Kaloryczność ziarna zbóż wynosi około 4 MWh/tonę, a jego przeciętna roczna produkcja to 7 ton/ha w Niemczech i 3-4,5 t/ha w Polsce. Optymalna wilgotność ziarna zbóż do spalania wynosi 10 – 13 proc. Zbóż ma najlepsze cechy do spalania: ma stabilne właściwości wilgotności i zawartości energetycznej, doskonale nadaje się na materiał grzewczy. Do spalania używa się



głównie zbóż słabej jakości oraz takiego, który nie nadaje się konsumpcji. Przewaga zbóż nad innymi roślinami energetycznymi polega na prostocie jego uprawy. Na rynku dostępne są wszelkie niezbędne do tego maszyny, ( technologia zbioru taka sama jak przy zbiorze zbóż na cele konsumpcyjne czy paszowe), podczas gdy wieloletnie rośliny energetycznie wymagają dodatkowych nakładów.

W efekcie nadprodukcji żywności ceny zbóż spadają, przez co ziarno staje się ekonomiczną alternatywą dla paliw tradycyjnych. Obecnie producenci systemów grzewczych wprowadzają na rynek kotły przystosowane do spalania każdego rodzaju zboża, a w Polsce dodatkową zachętą dla rolników jest możliwość odzyskania 50 proc. kosztów inwestycji od Agencji Modernizacji i Restrukturyzacji Rolnictwa. W Niemczech niema tego programu, decyduje tylko kalkulacja opłacalności ekonomicznej.

**Kotły i ich wydajność.** Wyprodukowanie 10.000 kW ciepła wymaga zużycia około 3 ton zboża (tyle samo ciepła da spalenie 1 m<sup>3</sup> oleju opałowego). Kotły do spalania zboża są zazwyczaj wielopaliwowe - są przystosowane do spalania ziarna zbóż (np. żyto, pszenżyto, owies, rzepak) jako paliwa podstawowego np. Eko groszek ( drobny węgiel), ale również jako dodatkowe paliwo można w nich stosować pelety i zrębki drzewne. Średnie zapotrzebowanie na ziarno w sezonie grzewczym (5 – 6 miesięcy w roku) wynosi 6 – 7 ton, uzależnione jest to od powierzchni ogrzewanej i termoizolacji budynku. Miesięczny koszt ogrzewania średnio ocieplonego budynku o powierzchni 200 mkw owsem wynosi około 300 zł (na ogół potrzeba trochę ponad tonę miesięcznie), co daje koszt od 1500 zł w czasie sezonu grzewczego.

W przypadku węgla jest to koszt od 1600 zł, a w przypadku gazu ziemnego 3000 zł. Koszty oczywiście uzależnione są w dużym stopniu od termoizolacji. Przykładowy piec o mocy 50 kW wystarcza na ogrzanie domu o powierzchni 340 mkw oraz zasobnika c.w.u. o pojemności 200 litrów. Spalanie ziarna na dobę wynosi 60 kg zboża, a przy stosowaniu pieca tylko do ogrzewania wody ilość ta wystarcza na 3 – 4 dni. Zadawanie ziarna do kotła jest w pełni zautomatyzowane, z zasobnika, który starcza średnio na trzy dni), stosowane są zabezpieczenia na wypadek awarii i systemy regulacji komory spalania.

## **VII. Wiatrowa wytwórnia energii elektrycznej.**

Elektrownia wiatrowa to nic innego jak wytwórnia, która produkuje energię elektryczną za pomocą wiatru, czyli naturalnego czynnika naszego środowiska. Elektrownia wiatrowa to sposób na oszczędność oraz ekologię czyli ochrona środowiska ponad wszystko. Budowa takiej elektrowni elektrycznej być może jest na początku droga i kosztowna, jednak inwestycja ta zwraca się w krótkim czasie.

### **I.4. Turbina wiatrowa**

Turbina wiatrowa jest to urządzenie, które zamienia energię kinetyczną wiatru na pracę mechaniczną w postaci ruchu obrotowego wirnika. Obecnie turbiny wiatrowe możemy podzielić na siedem typów:

1. karuzelowa,
2. wielopłatowa,
3. Darrieusa (często nazywana jest mikserem, oś obrotu tej turbiny jest pionowa),
4. typu tornado ( jest to nowa generacja turbin wiatrowych o pionowej osi obrotu),
5. śmigłowa,
6. bębnowa,
7. rotorowa Savoniusa (jest to typ turbin wiatrowych, która ma pionową oś obrotu).

Obecnie najczęściej spotykaną turbiną wiatrową jest turbina śmigłowa - trójpłatowa (trochę rzadziej dwu, lub jednopłatowa, ewentualnie o większej liczbie łopatek), o poziomej osi obrotu, a także wirniku ustawionym "na wiatr", zamocowanym w gondoli. Całość umieszczona jest na wieży, której wysokość nie przekracza 100 metrów. Każda z turbin wiatrowych posiada wirnik, który składa się z łopatek, a także piasty umieszczonej na przedniej części gondoli, która ustawiona jest na wiatr. Wirnik przymocowany jest do głównego wału wspierającego się na łożyskach. Wał przenosi energię obrotów przez przekładnię do generatora, natomiast ten przekształca ją w energię elektryczną. Zasada ta może się nieco różnić w przypadku zastosowania innych typów turbin.

W chwili obecnej, w Polsce, badania nad turbinami, które wykorzystują efekt Magnusa (Zjawisko to polega na powstaniu siły bocznej na obracającym się walcu lub bryle kulistej, zanurzonych w strumieniu gazu lub cieczy, gdy ma miejsce względne przemieszczenie obracającego się ciała w stosunku do strumienia. Magnus zwrócił uwagę na to, że powoduje ono "zakrzywienie" toru wybitej piłeczki tenisowej lub golfowej oraz zmienia tor obracającego się pocisku artyleryjskiego i jako pierwszy zbadał to zjawisko w 1853 r.) prowadzone są w tunelu aerodynamicznym na Politechnice Krakowskiej. Obecnie jest to jeden z bardziej popularnych sposobów na zdobycie energii. W takich krajach jak Holandia czy Niemcy energia wiatru jest wykorzystywana doskonale.

Krajowa energetyka wiatrowa rozwija się w tempie umiarkowanym. Mikroturbiny wiatrowe, turbiny o małej i dużej mocy instalowane są z częstotliwością stosowną do rosnącego potencjału inwestycyjnego inwestorów prywatnych. Farmy wiatrowe powstają z szybkością wyznaczaną przez możliwości pokonywania trudności administracyjnych i technicznych.

Inwestorzy mają dostęp do urządzeń produkujących energię elektryczną z wiatru w pełnym zakresie mocy. Ze względu na moc nominalną turbin w rynku tym wyróżnia się następujące sektory:

1. mikroturbiny wiatrowe: urządzenia o mocy poniżej 100 W, najczęściej są używane do zasilania obwodów wydzielonych za pośrednictwem akumulatorów; zastępuje to zasilanie ich z sieci elektroenergetycznej; może to być np. część oświetlenia domu (pojedyncze lampy), ewentualnie poszczególne pomieszczenia czy urządzenia (np. grzałka podgrzewająca wodę); mikroturbiny mają niewielkie rozmiary i mogą być wykonywane jako urządzenia przenośne;
2. małe elektrownie wiatrowe: turbiny o mocy od 100 W do 50 kW, mogą zapewniać energię elektryczną w pojedynczych gospodarstwach domowych, a nawet w małych firmach; w warunkach przydomowych najpopularniejsze są elektrownie 3–5 kW;
3. duże elektrownie wiatrowe: wiatraki o mocy powyżej 100 kW; stosowane są przede wszystkim do wytwarzania prądu, który sprzedaje się sieci elektroenergetycznej, chociaż pewna część energii może być zużywana przez wytwórcę; taka elektrownia musi spełniać szczegółowe wymagania lokalnego operatora sieci, potrzebna jest też oczywiście jego zgoda na takie przyłączenie.

Tempo rozwoju tego rynku ogranicza brak wsparcia finansowego ze strony państwa. – Na przykład w Szkocji mikroturbiny wiatrowe obciążone są niższą stawką VAT, a połowa kosztu urządzenia jest subwencjonowana. W Polsce rolnik co najwyżej może odliczyć koszt turbiny od podatku gruntowego, ale nie wszyscy go płacą w odpowiedniej wysokości.

### ***VIII. Słoneczna wytwórnia energii elektrycznej.***

W obecnych technologiach coraz częściej szukamy innych rozwiązań, aby tanio i ekologicznie mieszkać. Jednym z takich sposobów jest zastosowanie energii słonecznej do ogrzewania wody w domu. Takie ogrzewanie odbywa się za pomocą kolektorów słonecznych, które podczas całego dnia słonecznego zbierają do siebie energię, aby potem oddać ją nam w postaci ciepłej wody.

Jest to dobry i ekologiczny sposób na ogrzanie wody w domku jednorodzinnym, jednak musimy pamiętać, iż w Polsce klimat jest umiarkowany, a słońce świeci bardzo mocno tylko w porze letniej, dlatego jesienią i zimą musimy postarać się o dogrzanie wody przez kocioł bądź bojler elektryczny. Kolektor wodny nie ogrzewa nam domu, lecz wodę bieżącą, zatem w chłodniejszych porach roku podczas ogrzewania domu, możemy z tego samego źródła ogrzać wodę bieżącą. Kolektory słoneczne nadal są bardzo drogimi urządzeniami i tylko najbogatsi właściciele domków jednorodzinnych, decydują się na tego typu ogrzewanie.

Energia słoneczna – jest energią, zaliczaną do odnawialnych źródeł energii. Elektrownie słoneczne mogą opierać się na różnych procesach konwersji energii. Można tego dokonać:

- ✓ bezpośrednio w ogniwie fotowoltaicznym,
- ✓ pośrednio, przetwarzając promieniowanie słoneczne na ciepło, a ciepło na energię elektryczną.

W polskich warunkach, szczególną przydatność mają kolektory słoneczne, które służą do podgrzewania ciepłej wody użytkowej, a także wody basenowej.

Najkorzystniejszym okresem dla pracy kolektorów słonecznych jest przedział roku od kwietnia do października. Pokrycie potrzeb ciepła dla podgrzewania wody użytkowej może wówczas sięgać 100%, a kocioł grzewczy może całkowicie się wyłączać z pracy. Przyjmuje się, że w skali całego roku oszczędności w zużyciu paliwa dla podgrzewu ciepłej wody użytkowej mogą sięgać 60%. Cena zakupu takiego kolektora zwróci się nam po kilku latach jego stosowania.

## 1/ Jak działa kolektor słoneczny?

Kolektory słoneczne dzielimy na:

- ✓ Kolektory płaskie
- ✓ Kolektory próżniowe termosowe
- ✓ Kolektory próżniowe z absorberem płaskim EV

### Kolektor płaski



Jest to płaskie pudło izolowane od spodu i po bokach cieplnie a od góry przykryte szybą przepuszczającą promienie oświetlające absorber. Najlepszą sprawność osiąga w okresie maj-wrzesień. Ma dużą bezwładność – to znaczy, że wzrost ilości energii słonecznej (np., gdy wyjdzie zza chmur) powoli przekłada się na wzrost energii przesyłanej przez kolektor. Pomimo wysokiej sprawności absorpcji, ma duże straty ze względu na utratę ciepła przez szybę, (przenikanie powietrza przez górną szybę) oraz brak próżni (istnieją, co prawda modele z odpompowanym powietrzem, ale z powodów konstrukcyjnych jest to nie do wykonania dokładnie). Zaletą jest to, że jest to typ najtańszy. Do tego wykorzystuje najefektywniej powierzchnię dachu (nie ma przerw w powierzchni absorbera). Z upływem czasu kolektor płaski może zaparować od wewnątrz szyby, i może tam rozwijać się życie – np. glony czy mech. Nie wpływa to oczywiście dobrze na jego sprawność. Bywają modele z nacięciami do cyrkulacji powietrza zapobiegające parowaniu, ale z kolei to oznacza większe straty ciepła. Zależnie od sezonu sprawność tego kolektora może spaść z 80% do 5% po sezonie. Zależnie od ułożenia rurek w kolektorze spotyka się różne odmiany – system harfa i system meandrowy – prawie każdy twierdzi że jego system jest lepszy.

### Kolektor próżniowy termosowy



Składa się z 2 koncentrycznych szklanych tub pomiędzy ściankami których panuje wysoka próżnia. Tak zbudowany jest zwykły termos do herbaty. Na wewnętrznej rurze napylony jest absorber. Mogą to być związki miedzi lub aluminium. Sam rodzaj absorbera nie decyduje o sprawności całego systemu. W środku kolektora znajduje się rurka heat-pipe odbierająca ciepło z wnętrza kolektora i przekazująca je do głowicy.

### **Kolektor próżniowy z absorberem płaskim EV**

pipe



Rura próżniowa, wewnątrz której znajduje się płaski odcinek absorbera. W jego środkowej części przymocowana jest rurka heat-odprowadzająca ciepło do głowicy podobnie jak w poprzednim typie. Konstrukcyjnie ten typ łączy zalety konstrukcji płaskiej i próżniowej. Absorber ma postać płaskiej blaszki obustronnie pokrytej aktywną substancją. Nie ma on zatem górnej i dolnej strony, ponieważ pochłania również energię rozproszoną i odbitą. Absorber jest naniesiony z dwóch stron – zwiększa to możliwości odbioru energii rozproszonej i odbitej- na swój sposób łączy zalety płaskiego (moc) i próżniowego (niskie straty). Bardzo dobrze pracuje zimą. Szybki start systemu . Sprawność dochodzi do 80 % tak jak w kolektorze płaskim. Jest to niestety najdroższy typ kolektora.

Wypromieniowana energia słoneczna przenika przez specjalne, dobrze przepuszczalne szkło i jest pochłaniana przez wysokowydajną warstwę rozdzielczą na podkładzie aluminiowym. Z powierzchni absorbcyjnej kolektora przechodzi ciepło do rury miedzianej lub aluminiowej zgiętej w kształcie litery "S", a z niej dalej, do cieczy przenoszącej ciepło. Ciecz jest transportowana rurami zbiorczymi do wyjścia z kolektora. Wszystkie części funkcyjne kolektora są umiejscowione między zabezpieczającym hartowanym szkłem przykrywającym i wanną aluminiową wypełnioną dobrze izolującym materiałem.

## **2/ Produkcja energii elektrycznej w wieży słonecznej**

Wieża słoneczna – jest to urządzenie, które służy do pozyskiwania energii słonecznej. Zasada działania wieży słonecznej jest bardzo prosta. Mianowicie polega ona na wykorzystaniu zjawiska unoszenia się ciepłego powietrza wyżej niż powietrze chłodniejsze. Jeśli temperatura gruntu wynosi około 30 °C , to w środku obiektu przy wlocie do wieży ma już temperaturę około 70 °C i jest to różnica, która jest wystarczająca, aby nadać znaczącą prędkość przepływu powietrza. Konstrukcja elektrowni składa się z: kolistego pierścienia (gdzie nagrzewa się powietrze promieniami słonecznymi), wieży do jego odprowadzania do atmosfery.

Wieża o wysokości 1000 metrów umieszczona jest w środku ekranu. W podstawie wieży zamontowane są trzydzieści dwa wentylatory, które napędza strumień powietrza nagrzanego do temperatury 70°C i prędkości 15 m/s. Wentylatory połączone są z generatorami prądu o mocy 200 MW. Najbardziej opłaca się lokować wieże słoneczne w krajach, których jest jak najwięcej dni słonecznych, a także wolnych przestrzeni do zabudowy. Jak widać jest to duża większa moc niż nasze domowe kolektory słoneczne ale i dużo większy koszt instalacji.

Takim krajem jest np. Australia. Według szacowań, wieża słoneczna o mocy 200 MW wymaga kolektora, którego średnica to 7 km, a także komina o wysokości 1000 metrów. Taka instalacja może zapewnić energię dla 200 tysięcy typowych gospodarstw domowych. W przypadku tradycyjnych elektrowni, produkcja tej energii spowodowałaby wydzielanie do atmosfery 900 tysięcy ton gazów cieplarnianych w ciągu jednego roku. Wydajność takiej elektrowni szacuje się na około 5 W/m<sup>2</sup> , jednakże wartości te mogą zostać potwierdzone dopiero przy pracy pełnoskalowej instalacji. Nie wiadomo również, jak będzie się zachowywać komin pod wpływem silnych wiatrów, które będą wywoływać naprężenia materiału użytego do budowy tego komina. Czynnikiem, który także należy wziąć pod uwagę jest poziom nasłonecznienia (przykładowo kominy słoneczne, które pracują w Kanadzie produkowałyby około 85% energii podobnych konstrukcji kominów, które pracują w rejonach równikowych).

Wydajność energetyczna wieży słonecznej zależy pośrednio od dwóch czynników: wielkości kolektora i wysokości komina. Przy dużym kolektorze, większa objętość powietrza ulega nagrzaniu, co powoduje jego większą prędkość przepływu przez komin.

### ***IX. Produkcja biopaliw na bazie oleju rzepakowego i alkoholu.***

Transport jest dynamicznie rozwijającym się sektorem, praktycznie w 100% zależnym od ropy naftowej. Równocześnie sektor ten ma coraz większy, stale rosnący udział w zanieczyszczeniu atmosfery. Świadomość tych faktów znalazła odbicie w dokumentach politycznych państw Unii Europejskiej, których celem jest walka o stopniowy wzrost udziału paliw alternatywnych jako elementu poprawiającego bezpieczeństwo energetyczne oraz redukcję gazów szklarniowych.

W perspektywie krótkoterminowej, ze względu na istniejącą sieć dystrybucji paliw, najprostsze jest wykorzystanie:

- oleju rzepakowego
- alkoholu etylowego.

Olej rzepakowy, przetworzony na metylowy ester rzepakowy, może być stosowany w czystej postaci w przystosowanych pojazdach, a także zamiast oleju opałowego lub jako dodatek do tego paliwa (tak ogrzewany jest Parlament Niemiec i Watykan).

Alkohol etylowy może być stosowany jako komponent benzyn lub jako paliwo w czystej postaci. Etanolu używa się jako dodatku do benzyn silnikowych, poprawiającego proces spalania benzyn, co jednocześnie ogranicza emisję tlenków węgla, tlenków azotu i węglowodorów w spalinach. Etanol jest otrzymywany w wyniku fermentacji surowców skrobiowych, takich jak: ziemniaki, zboża, kukurydza.

Biopaliwa można wykorzystywać w instalacjach dużej mocy, do produkcji ciepłej i elektrycznej. Biopaliwa mają niższe – w przeliczeniu na masę – ciepło spalania i wartość opałową niż węgiel i znacznie niższą niż gaz ziemny. Zawartość węgla w suchej masie jest wyższa w paliwach kopalnych, a tlenu w biopaliwach. Zawierają one też znacznie mniej azotu niż paliwa kopalne



i mniej siarki niż węgiel. Z tego względu podczas spalania biomasy stałej powstaje znacznie mniej tlenków azotu i siarki.

Korzyści z wykorzystania biopaliw w kotłowniach i samochodach płyną z obniżenia emisji zanieczyszczeń gazowych do atmosfery, a także wykorzystania i zagospodarowania masy roślinnej.